

PUB. NO.: 04-335620 [JP 4335620 A]
PUBLISHED: November 24, 1992 (19921124)
INVENTOR(s): TAGUCHI AYUMI
YAMADA MASAHIRO
KAWAKUBO SHIN
KIJIMA KOUICHIROU
APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)
APPL. NO.: 03-107392 [JP 91107392]
FILED: May 13, 1991 (19910513)
INTL CLASS: [5] G02F-001/35; G02F-001/37; H01S-003/109; H01S-003/18
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 42.2
(ELECTRONICS -- Solid State Components)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1518, Vol. 17, No. 182, Pg. 125,
April 08, 1993 (19930408)

ABSTRACT

PURPOSE: To form a polarization inversion structure without causing the surface contamination, refractive index variation, crystal breakage, etc., of a ferroelectric material.

CONSTITUTION: On the ferroelectric material 10 after single polarization, 1st and 2nd electrodes 1 and 2 are arranged in the polarizing direction and at least the 1st electrode 1 is formed in pattern corresponding to the pattern of polarization inversion structure which is obtained finally; and a voltage of 1-100kV/mm is applied between the 1st and 2nd electrodes 1 and 2 so that a negative potential is applied to the negative side of self-polarization of the ferroelectric material 10 and a positive potential is applied to the positive size, thus forming the polarization inversion structure.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-335620

(43) 公開日 平成4年(1992)11月24日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/35	5 0 5	7246-2K		
		7246-2K		
H 0 1 S 3/109		7630-4M		
		9170-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平3-107392

(22) 出願日 平成3年(1991)5月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 田口 歩

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 山田 正裕

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 川久保 伸

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

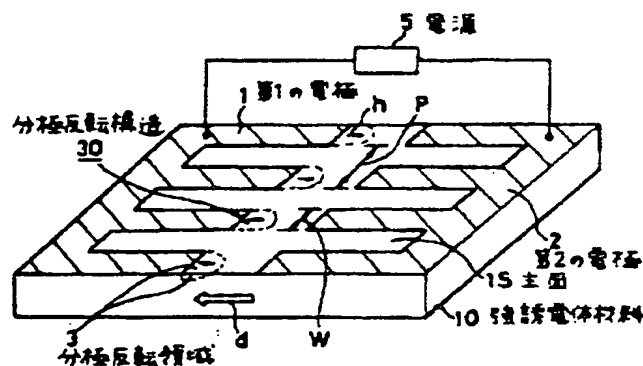
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分極反転制御方法

(57) 【要約】

【目的】 強誘電体材料の表面汚染、屈折率変化、結晶破壊等を生じることなく分極反転構造を形成する。

【構成】 単分域化された強誘電体材料10に、その分極方向に第1及び第2の電極1及び2を配置し、少なくとも第1の電極1を最終的に得る分極反転構造のパターンに対応するパターンに形成し、150℃未満の温度下において、第1及び第2の電極1及び2間に、強誘電体材料10の自発分極の負側を負電位、正側を正電位となるように1kV/mm~100kV/mmの電圧を印加して、分極反転構造を形成する。



本発明分極反転制御方法の一例を示す斜視図

3

187735号において、強誘電体材料に対する分極反転制御方法を提案した。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】更に本出願人は、特願平1-344270号出願及び特願平2-124786号出願において、強誘電体材料の非線形光学材料に対する分極反転制御方法を提案した。これらの方法は、単分域化された強誘電体材料を挟んでその相対向する両主面に対向電極を配置または絶縁体を介して対向配置し、両電極間に直流電圧またはパルス電圧を印加することによって、局部的に分極反転部を形成して周期分極反転構造を得るものである。

【0013】このような分極反転制御方法の一例を図18の路線的拡大断面図を参照して説明する。この場合強誘電体材料10として厚さ1mm程度のLN単結晶を用い、そのc軸方向に同様に単分域化されて成り、+c面上に1000Å程度の膜厚のアルミナ層22を被着した後、これの上にPt電極23を、目的とする分極反転領域を形成すべきパターン、例えばピッチPが40μm、幅Wが20μmの平行帯状にパターンニングして形成し、一方この裏の-c面上には厚さ0.5mmのアルミナ板24を介してPt電極板25を接触させる。

【0014】このような構成において、電源5によって1000Vの直流電圧を印加し、昇温レートを8.5℃/分として1035℃まで昇温し、この温度において5分間保持する。この場合、Pt電極23のパターンに対応するパターンの分極反転領域を形成することができる。

【0015】しかしながら、この場合においてもその分極反転領域はTi拡散法による場合と同様に、図19にその顕微鏡写真に基づくパターン図を示すように、分極反転領域3のピッチPに比して深さDが小となり、また分極反転領域3の幅WがピッチPに対して大となって、確実な位相整合を行い難くなり、光変換効率の低下を招く場合がある。

【0016】またこれらの電圧印加による分極反転制御方法では、非線形光学材料の抗電界を低下させるために、150℃～1200℃程度に加熱して直流電圧またはパルス電圧を印加する方法を採っているため、強誘電体材料の表面に絶縁体或いは電極材料等の物質を被着してパターンニングするか或いは接触させ、この状態で高温の熱処理及び高温中での電圧印加を行うこととなり、強誘電体材料の表面が汚れる恐れがあり、また強誘電体材料としてLNを用いる場合は、この加熱によってLNから酸素分子が外拡散する恐れがあり、組成の変化による屈折率の変動をもたらして、特性の変動を生ずる恐れがある。

【0017】本発明が解決しようとする課題は、上述したような強誘電体材料の表面汚染、屈折率変化等を回避して、制御性よく分極反転構造を得ることができるよう

にするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明による分極反転制御方法の一例の一製造工程の路線的拡大断面図を図1に示す。本発明は図1に示すように、単分域化された強誘電体材料10に、その分極方向に第1及び第2の電極1及び2を配置し、少なくとも第1の電極1は最終的に得る分極反転構造30のパターンに対応するパターンに形成され、150℃未満の温度下において、第1及び第2の電極1及び2間に、強誘電体材料10の自発分極の負側を負電位、正側を正電位となるように1kV/mm～100kV/mmの電圧を印加して、分極反転構造30を形成する。

【0019】

【作用】上述の、本発明分極反転制御方法によれば、分極反転領域の形状を制御性よくまた結晶劣化を生じることなく形成することができた。

【0020】これは次に述べる理由に因るものと思われる。即ち一般的にはLN単結晶のような、高電圧を印加すると結晶が破壊される強誘電体材料(frozen ferroelectrics)においては、結晶破壊が生じない程度の電圧を印加しても分極反転が生じないとされており、従来は結晶破壊を生じさせない程度の比較的低い電圧の印加によって分極反転を生じさせるために、即ち抗電界を下げるために、150℃～1200℃程度の高温度下において比較的低い電圧、即ち例えば数V/mm～数百V/mm程度の電圧を印加して分極反転を形成していた。

【0021】しかしながら、上述したような結晶破壊は、電圧印加を行う電極の形状、その電極幅等に依存することが本発明者等の鋭意考察研究の結果究明された。即ち、このような結晶破壊は圧電効果によるもので、対象とする強誘電体材料に応じて電極幅等を適切に選定することによって、電極付近に発生する応力を分散させることができ、試料の力学的破壊即ち結晶破壊を生じさせることなく強誘電体材料の分極反転を行うことができるものと思われる。

【0022】また本発明方法では単分域化された強誘電体材料10に、その分極方向に第1及び第2の電極1及び2を配置し、第1及び第2の電極1及び2間に電圧を印加するものであるが、このとき、強誘電体材料10の自発分極の向きに対して垂直な方向に生じる電界成分を小として、圧電効果によって生じる応力の発生を小とすることによって、結晶歪みや結晶破壊を抑制することができる。

【0023】即ちこのような電極形状の選定及びその配置位置の選定によって結晶破壊を抑制し得るため、本発明制御方法によれば150℃未満の温度下という低い温度状態において、1kV/mm～100kV/mmという大なる電圧を印加することができ、これによって形状の制御性よく、また強誘電体材料表面の汚染や、熱によ

るイオン電流の発生を回避して、これによる結晶性の劣化を生じることなく分極反転を形成することができる。

【0024】

【実施例】以下本発明分極反転制御方法の各例を詳細に説明する。各例共に、強誘電体材料としてKTP、LN、LiTaO₃等の非線形光学材料の単結晶、例えばLN単結晶を用いた場合で、このLN単結晶上に周期的な分極反転構造を形成すると共に、この部分において光導波路を形成して、高効率のSHG素子を得る場合を示す。また各例共に、強誘電体材料10の単分域化は、例えばそのキュリー温度直下の例えば1200℃程度まで昇温して一定の方向に外部直流電圧を全面的に印加することによって、全面的にc軸方向に揃えて行った。各例共に150℃以下の例えば室温において電圧印加を行った。

【0025】尚、以下の各実施例において、自発分極の方向を矢印dで示し、分極反転領域の分極方向を矢印hで示す。

【0026】実施例1

図1の略線的拡大斜視図を参照して説明する。この例では、矢印dで示す面内方向に単分域化された強誘電体材料10を用いた場合で、その一主面1S上の分極方向に第1及び第2の電極1及び2を配置する。この場合A1等より成る第1及び第2の電極1及び2は共に例えば蒸着、スパッタリング等により被着した後例えば櫛歯状にパターンニングされて形成され、その櫛歯先端部の幅Wが例えば5μm、ピッチPが例えば10μm程度とされ、かつ各電極1及び2の櫛歯先端部が対向するように配置されて成る。5は電源である。

【0027】このような構成において、150℃未満の例えば室温において、第1及び第2の電極1及び2間に、強誘電体材料10の自発分極の負側の第1の電極1が負電位、正側の第2の電極2が正電位となるように1kV/mm~100kV/mmの例えば10kV/mmの電圧を印加して、第1の電極1の櫛歯先端部から延長する分極反転領域3を形成し、第1の電極1の櫛歯先端部のパターンに対応するパターンの周期的な分極反転構造30を、結晶破壊を殆ど生じることなく形成することができた。このように、本発明制御方法によれば、面内方向に単分域化された強誘電体材料に対しても、その表面上に分極反転領域を形成することができる。

【0028】図1に示した例においては、第1及び第2の電極1及び2の櫛歯先端部の形状を図2Aにその上面図を示すように方形としたが、その他図2B及びCの上面図に示すように、山型、半円型等でもよい。また図2Dに示すように、この先端部に更に微細な幅W₂をもって櫛歯部が形成された形状としても良い。このように、電極の先端部を微細化することにより結晶破壊を防ぐことができる。即ち、電極近傍で圧電効果により蓄積された応力や歪みを、電極の被着されていない部分で解

放することができ、圧電効果による結晶破壊いわゆるピエゾ破壊を防ぐことができる。つまり電極のない部分の試料が緩衝材として働き電極近傍でたまった歪みをとるので、ピエゾ破壊に至る応力が試料中に広範囲にわたってかかることを防ぐことができ、結晶破壊を生じることなく分極反転領域3を形成することができる。

【0029】また、電極の微細化によって分極反転に要する印加電圧を減少させることができる。これは、電極即ち導電体中の電荷が電極の端部に集まる性質があるため、電極の微細化による電極近傍における局所的な電界強度が増大するためと思われる。

【0030】実施例2

図3を参照して説明する。図3において、図1に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この例では、強誘電体材料10に凸部即ちリッジ6が形成されて成る。このリッジ6の長手方向は強誘電体材料10の矢印dで示す自発分極方向に直交するように選定され、その長手方向の側壁面が、分極の正側より成る側面1Aと、負側より成る側面1Bとにより構成される。この側面1A及び1B上と、これらに隣接する上側面1E上にわたって後述する製造工程によってA1等より成る第1の電極1及び第2の電極2が例えばその幅及びピッチを実施例1と同様に選定され、櫛歯状パターンとして形成される。このとき、櫛歯部は両上側面1E上から両側面1A及び1Bにわたって形成されるようになり、更に両側面1A及び1B上の櫛歯先端部が主面1Sの両端に対向して配置されるようになる。

【0031】このような構成において、第1の電極1側が正電位、第2の電極2側が負電位となるように、例えば10kV/mmの電圧を印加して、リッジ6に分極反転領域3を形成し、各櫛歯先端部のパターンに対応するパターンの分極反転構造30を得ることができた。

【0032】上述したように強誘電体材料10にリッジ6を形成し、更にその長手方向の側面1A及び1Bに所要のパターンの電極1及び2を作成する方法の一例を図4A~Dに示す。図4Aに示すように、強誘電体材料10の分極反転を形成すべき主面1S上にレジスト11を全面的に塗布、ベークした後、Ni、Cr等より成るマスク層12を蒸着、スパッタリング等によって被着し、更にこの上にレジスト13を塗布、ベークした後リッジ6を形成すべき所要の部分にレジスト13が残るように、即ちこの場合矢印dで示す分極方向に所要の幅を有し、図4の紙面に対して直交する方向を長手方向とするパターンにフォトリソグラフィ等の適用によって露光現像してパターンニングする。

【0033】そして図4Bに示すように、RIE（反応性イオンエッチング）等の異方性エッチングによりレジスト13をマスクとして、マスク層12とレジスト11をパターンニングする。

【0034】続いて図4Cに示すように、RIE等の異

8

【0044】 实施例7

図9の略線的拡大斜視図を参照して説明する。図9において、図3に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この例では、図3において説明した実施例2におけるリッジ6を有する強誘電体材料10全体を、容器8中のフロリナート（住友3M社製、商品名）等のフロン系耐高電圧液などの絶縁液9に浸漬した状態で電圧印加を行うものである。このように絶縁液9中において電圧を印加することによって、電極1及び2間の放電を確実に回避することができ、結晶破壊を生じることなく制御性よく分極反転構造を得ることができた。

【0045】実施例8

図10の略線的拡大断面図を参照して説明する。図10において、図8に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この例では、図8において説明した実施例6における強誘電体材料10全体を、実施例7と同様に容器8中のフロン系耐高電圧液等の絶縁液9に浸漬した状態で電圧印加を行うものである。このとき、第1の電極1のパターンは紙面に直交する平行帯状パターンとし、ピッチPを $2\mu\text{m}$ 、幅Wを $1\mu\text{m}$ 、厚さT₁を 500\AA 、強誘電体材料10の厚さTを $50\mu\text{m}$ 、また裏面1R上の第2の電極2の厚さT₂を 500\AA とし、このような構成において、電圧値1.5kV、パルス幅120m秒のパルス電圧を1回印加した。この場合図10において矢印hで示すように、第1の電極1直下の領域において、強誘電体材料10の全厚さにわたって分極反転が生じ、この第1の電極1のパターンに対応するパターンの分極反転構造30が形成された。このように、絶縁液9中において電圧を印加することによって実施例8と同様に、電極1及び2間の放電を確実に回避することができた。

【0046】また、印加電圧をパルス電圧としても良好な形状でかつ結晶破壊を生じることなく分極反転構造30を得ることができる。特にこのパルス電圧の電圧値及びパルス幅を適切に選定することによって、分極反転領域3の幅及び深さを制御することができる。

【0047】実施例9

図11の略線的拡大斜視図を参照して説明する。図11において、図1に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この場合においても、図1において説明した実施例1における強誘電体材料10全体を、容器8中の絶縁液9に浸漬した状態で電圧印加を行うものである。このとき、第1の電極1のピッチPは $2\mu\text{m}$ 、幅Wは $1\mu\text{m}$ 、主面1S上の各電極1及び2の鋸歯先端部間の距離Lは $3.5\mu\text{m}$ 、強誘電体材料10の厚さTは 1mm であり、このような構成において、93kVの直流電圧を40秒間印加した。この場合、主面1S上の第1の電極1及び第2の電極2の鋸歯先端部間に、この鋸歯パターンに対応するパターンの分極反転構造30が形成された。また、電極1及び2間の放電を確実に回避することができた。

【0048】参考例

図12の略線的拡大斜視図を参照して説明する。この例においては、厚さ方向に全面的に単分域化され、かつその厚さが一方の端面においては小なる厚さ t_1 、他方の端面においては大なる厚さ t_2 を有するように、例えばその分極の正側となる上面1Uが傾斜して成るテーパ状の強誘電体材料10を用いた場合で、分極の負側となる裏面1R上には、A1等より成る例えば平行帯状パターンの第1の電極1が被着形成され、テーパ面である上面1U上にはA1等より成る第2の電極2が全面的に被着形成されて成る。

【0049】このような構成において、分極の正側即ち第2の電極2が正電位、負側即ち第1の電極1が負電位となるように、5kVの直流電圧を1分間印加して分極反転領域を形成した。この分極反転領域の顕微鏡写真に基づくパターン図を図13に示す。図13からわかるように、強誘電体材料10の厚さがある程度以上の領域においては分極反転領域3が形成されない。このように分極反転領域3が形成されない最小の厚さT_cはこの場合 $372\mu\text{m}$ であり、この部分における単位厚さ当たりの印加電圧は 13.4kV/mm であった。

【0050】即ち、LN単結晶に対して分極反転領域を形成し得る印加電圧はほぼ 10kV/mm 程度以上であることがわかる。しかしながら、LN単結晶以外の例えばKTP、LiTaO₃等の電気伝導度が比較的大なる強誘電体材料を用いる場合は分極反転が比較的易いため、 1kV/mm 以上程度の電圧印加によって良好な分極反転構造を得ることができる。

【0051】尚、 1kV/mm 未満の電圧印加によって分極反転領域が形成される場合はその後の安定度が低く、温度等の外部環境の変化に伴ってこの分極反転が元に戻ってしまう恐れがある。例えば分極反転構造によって位相整合をなし、かつ基板に電圧を印加して電気光学効果によって導波路の屈折率を部分的に変化させる電気光学装置等に本発明を適用する場合は、動作時の電圧印加によって分極反転領域が消滅する恐れがある。従って安定な分極反転構造を形成するために、印加電圧は 1kV/mm 以上とする。

【0052】また 100kV/mm を越える電圧を印加すると、強誘電体材料の結晶性が破壊されてしまう恐れがあるため、印加電圧は 100kV/mm 以下とする。特にLN単結晶の場合は確実に結晶破壊を防ぐために、 25kV/mm 程度以下とすることが望ましい。

【0053】次に、比較例として、強誘電体材料として同様にLN単結晶を用いて、電圧印加を行うパターン電極の幅が $100\mu\text{m}$ を越える場合の一例を説明する。

【0054】比較例

図14の略線的拡大上面図を参照して説明する。図14において、図1に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この場合、鋸歯状の第1及び第2の

電極1及び2が $100\mu\text{m}$ を越える幅 W を有する場合、各電極の歯先端部の間隔 h を $200\mu\text{m}$ とした。このような構成において、 4kV の直流電圧を40秒間印加した。

【0055】このようにして分極反転を形成し、更に第1及び第2の電極1及び2を除去した後の強誘電体材料10の表面の顕微鏡写真に基づくパターン図を図15に示す。この場合、第1の電極1の歯先端部から延長するように分極反転領域3が形成されるが、第1の電極1の直下の電極被着領域13において結晶破壊が生じていることがわかる。即ち、LN単結晶の場合はこのように $100\mu\text{m}$ を越える幅の電極によって電圧を印加する場合、結晶破壊を生じる恐れがあることがわかる。

【0056】尚、このLN単結晶を用いて周期的な分極反転構造を形成してSHG素子を構成する場合には、その周期を $1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 程度とし、分極反転領域の幅を $0.5\sim 15\mu\text{m}$ 程度とすることが望ましく、この場合には電極幅が充分小であるため、結晶破壊をほとんど生じることなく分極反転構造を形成することができる。

【0057】しかしながら、強誘電体材料の他の材料として例えばKTPを用いる場合は、電圧印加を行う電極の幅を数mm程度としても結晶破壊を生じることなく分極反転構造を形成することができ、このように強誘電体材料の種類に応じてその電圧印加を行う電極の形状を適切に選定することが望ましい。

【0058】尚、上述した各実施例においては、強誘電体材料10上に直接的に電極を被着形成した場合であるが、この電極と強誘電体材料10との間に絶縁層を設けて電圧印加を行ってもよい。

【0059】また、電圧印加に先立って、強誘電体材料に対してプロトン交換、電子線等の荷電粒子照射を行う場合は、強誘電体材料内の分極が反転し易くなり、分極反転に必要な電圧値を低減化することができる。

【0060】更に、直流電圧と共に、例えば徐々にその振幅が減衰する波形パターンの交流成分を加えてこれを試料に印加することによって、強誘電体材料内の分極に擾乱を与え、分極を反転し易くすることもできる。

【0061】

【発明の効果】上述したように、本発明分極反転制御方法によれば、屈折率変化や結晶破壊を生じることなく、分極反転構造を得ることができる。

【0062】また、厚さ方向に単分域化された強誘電体材料に対して本発明を適用する場合は、その深さ方向に良好な形状制御性をもって分極反転構造を形成することができる。一方面内方向に単分域化された強誘電体材料に対しても分極反転を形成することができ、特に強誘電体材料上にリッジ等の凸部を形成して、これを挟むように電極を被着して電圧を印加する場合は、その凸部の厚さに応じた深さの分極反転構造を得ることができ、分極反転構造の形状制御性を向上することができ、SHG

素子を構成する場合は位相整合を確実に行うことができ、光変換効率の向上をはかることができる。

【0063】更に、印加電圧をパルス電圧とする場合は、その電圧値及びパルス幅を適切に選定することによって、形成される分極反転領域の幅及び深さを制御することができる。

【0064】また、電圧印加に先立ってプロトン交換や荷電粒子の照射を行ったり、または印加電圧に交流成分を加える等して強誘電体材料の分極を反転し易くすることによって、分極反転領域を形成し得る電圧値を低減化することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明分極反転制御方法の一例を示す路線的拡大斜視図である。

【図2】電極先端形状の各例を示す路線的拡大上面図である。

【図3】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図4】本発明分極反転制御方法の他の例を示す製造工程図である。

【図5】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図6】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図7】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図8】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図9】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図10】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大断面図である。

【図11】本発明分極反転制御方法の他の例を示す路線的拡大斜視図である。

【図12】分極反転制御方法の参考例を示す路線的拡大斜視図である。

【図13】強誘電体材料の分極反転を示す顕微鏡写真に基づくパターン図である。

【図14】分極反転制御方法の比較例を示す路線的拡大上面図である。

【図15】強誘電体材料の分極反転を示す顕微鏡写真に基づくパターン図である。

【図16】Ti拡散分極反転制御方法の一製造工程図である。

【図17】Ti拡散分極反転制御方法による強誘電体材料の分極反転領域を示す模式的断面図である。

【図18】従前の分極反転制御方法の一例を示す路線的拡大断面図である。

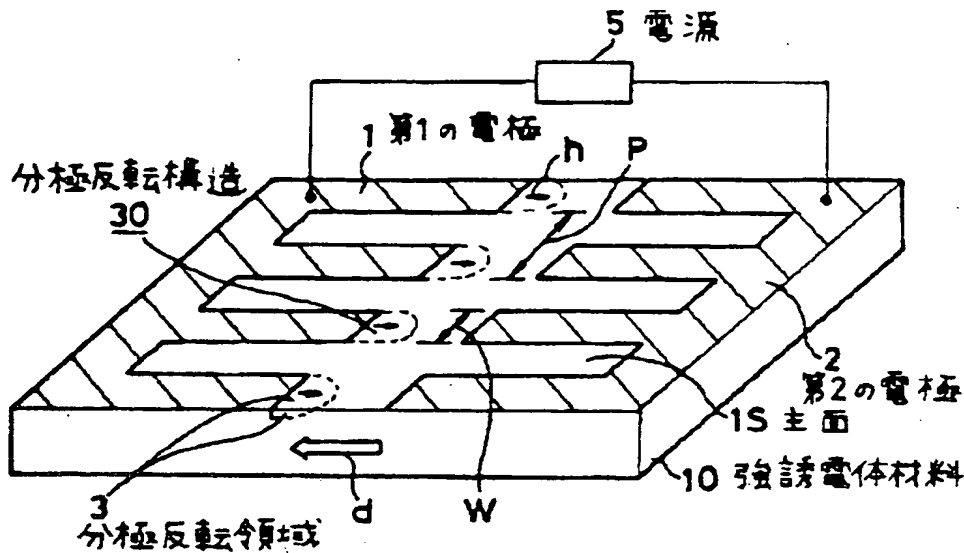
【図19】強誘電体材料の分極反転を示す顕微鏡写真に基づくパターン図である。

【符号の説明】

- 1 第1の電極
2 第2の電極
3 分極反転領域
1S 主面
1A 側面

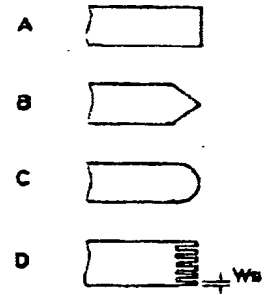
- 1B 側面
5 電源
6 リッジ
10 強誘電体材料
30 分極反転構造

【図1】



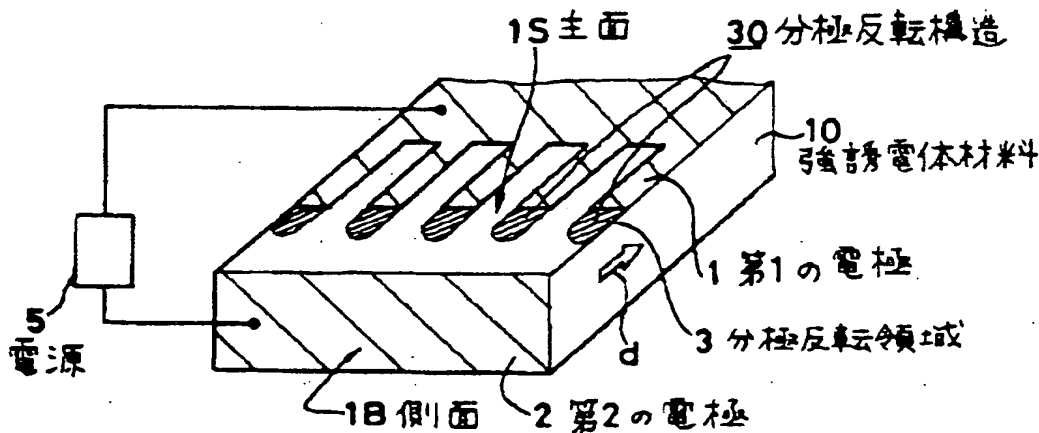
本発明分極反転制御方法の一例を示す斜視図

【図2】



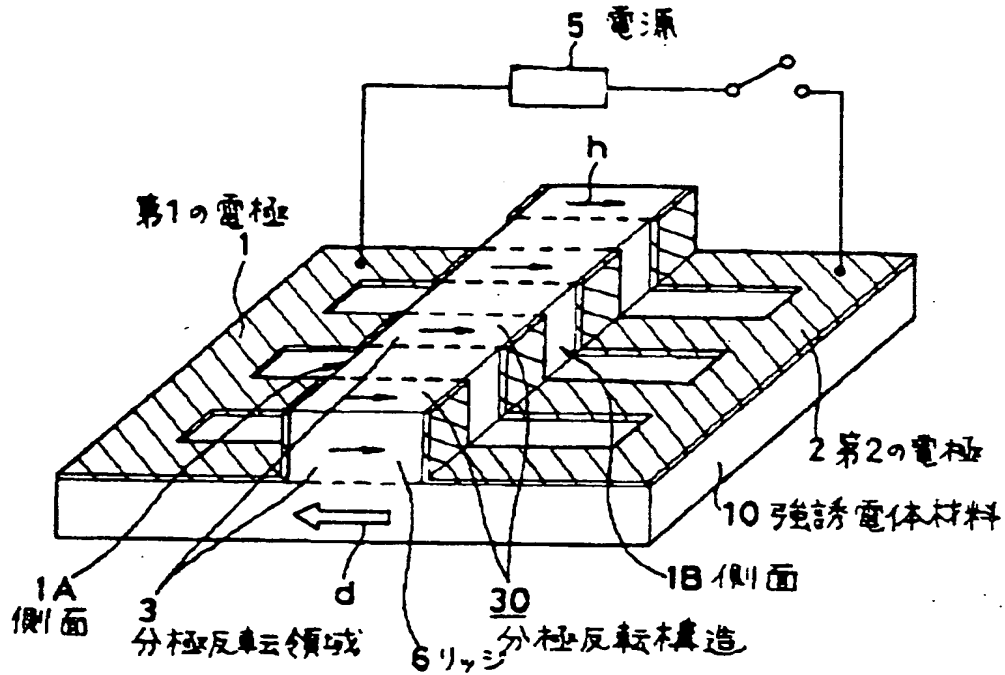
電極先端形状を示す上面図

【図5】



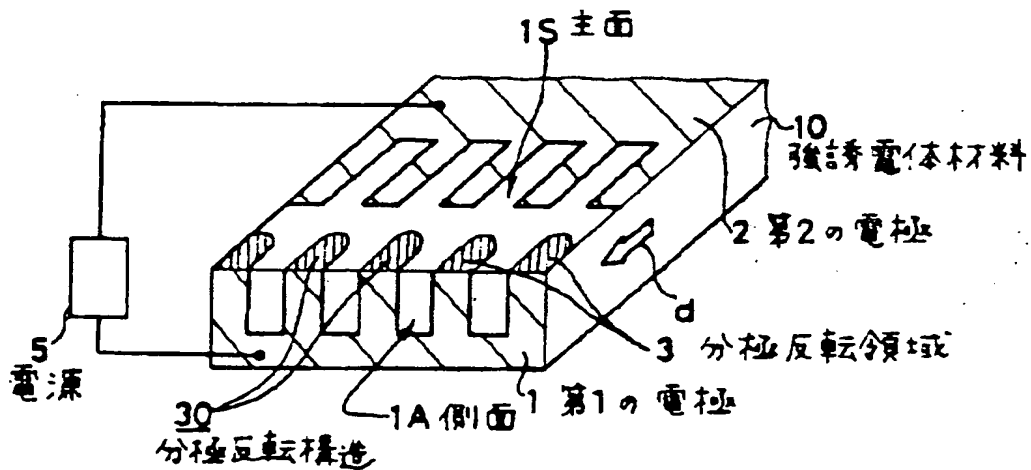
本発明分極反転制御方法の他の例を示す斜視図

【図3】



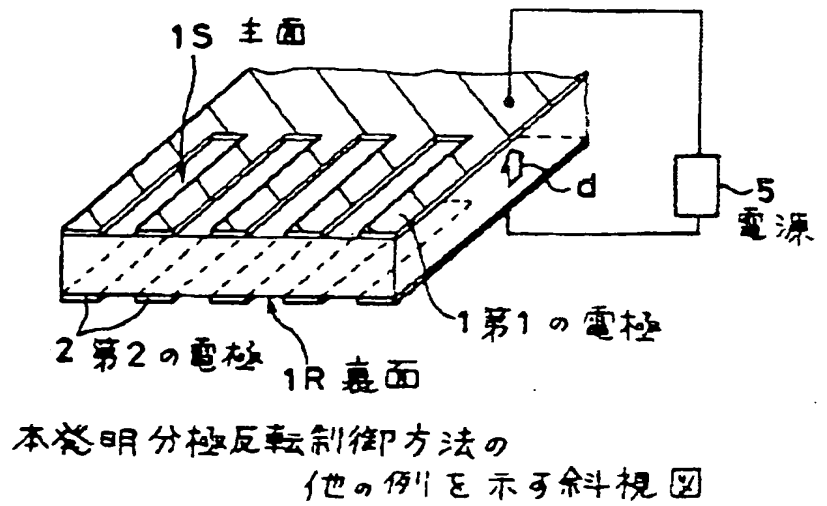
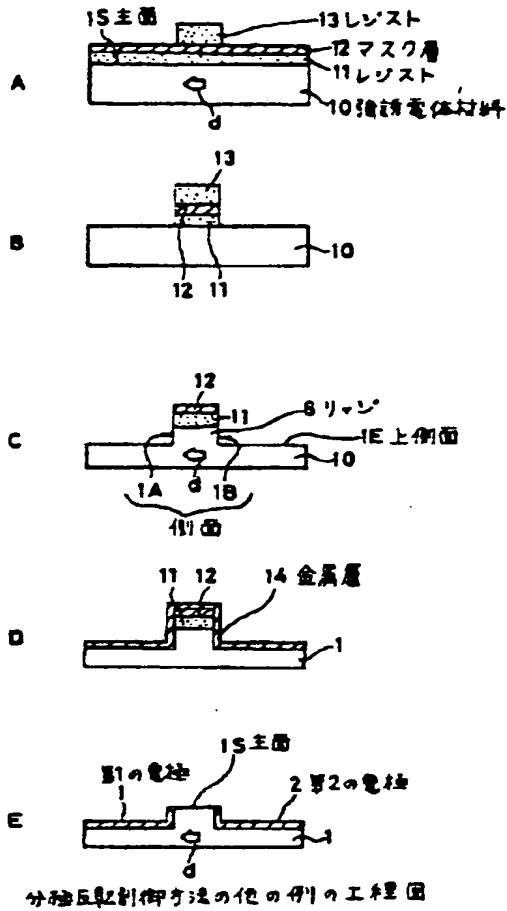
本発明分極反転制御方法の他の例を示す斜視図

【図6】

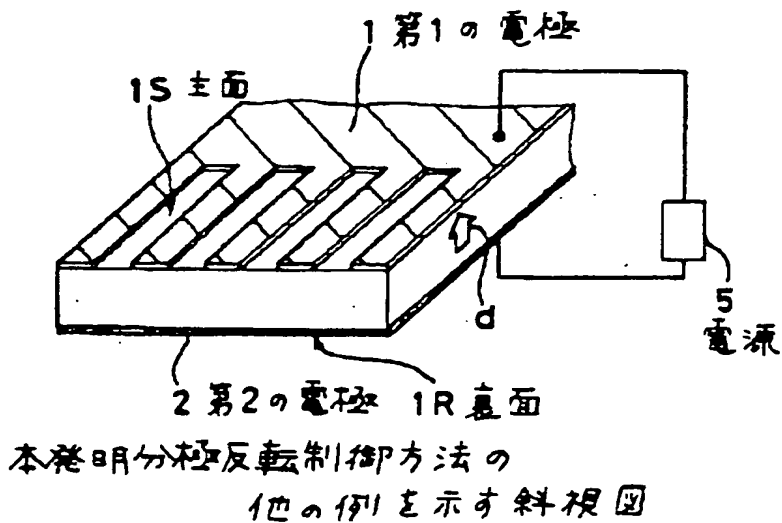


本発明分極反転制御方法の他の例を示す斜視図

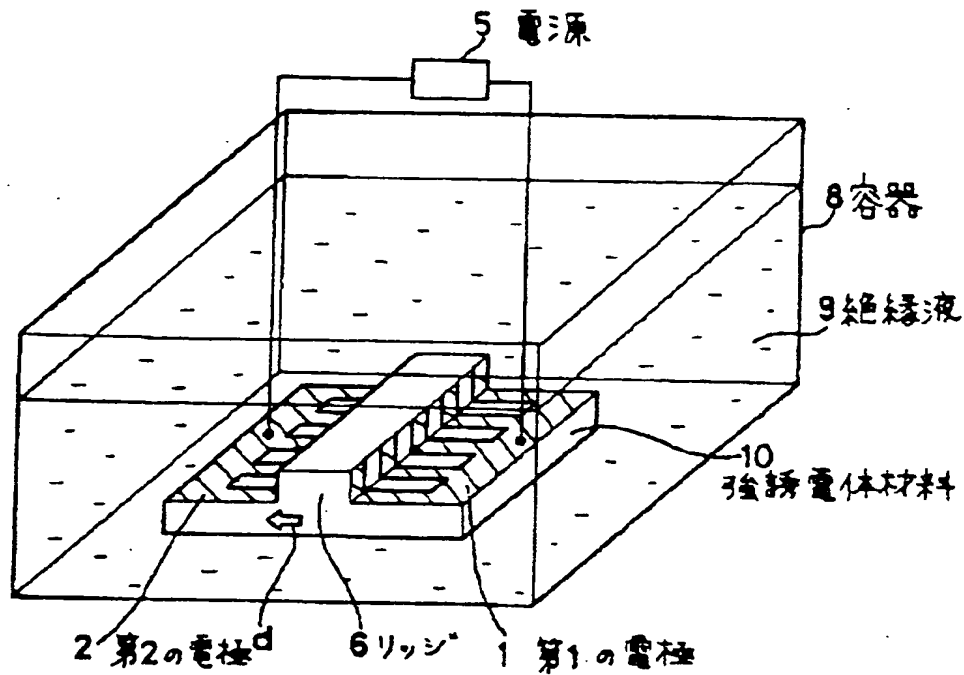
【圖 7】



【图 8】

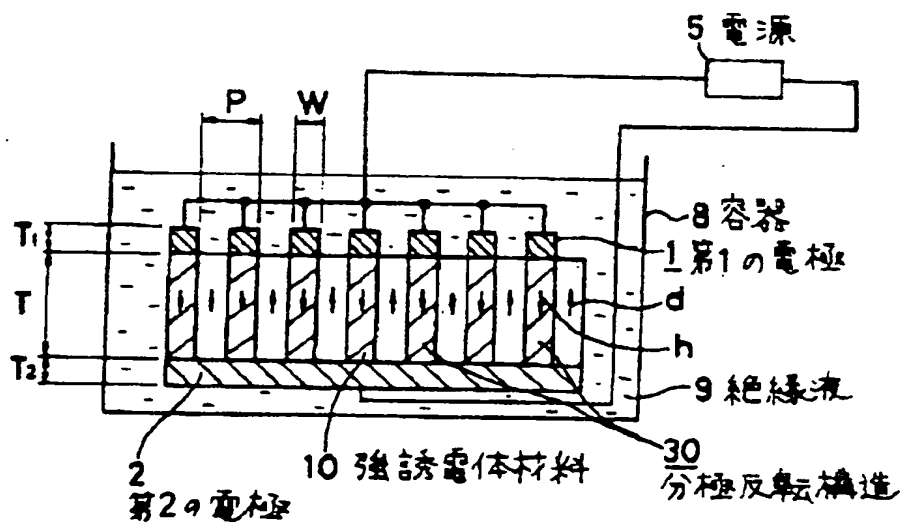


【図9】



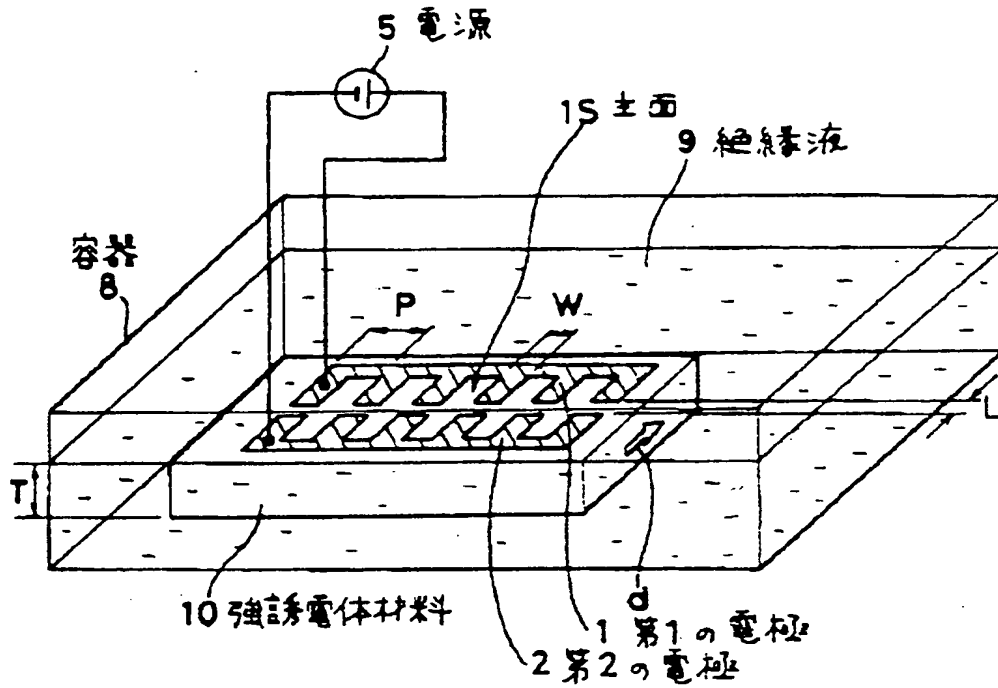
本発明分極反転制御方法の
他の例を示す斜視図

【図10】



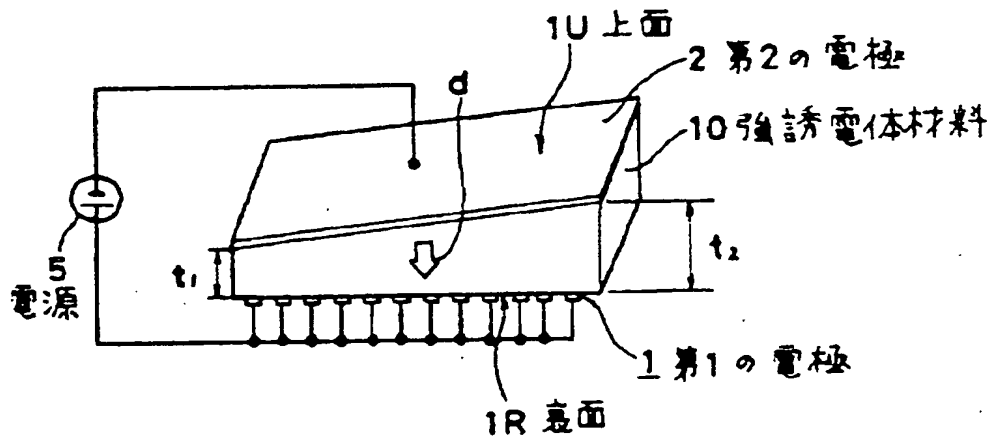
本発明分極反転制御方法の他の例を示す断面図

【図11】



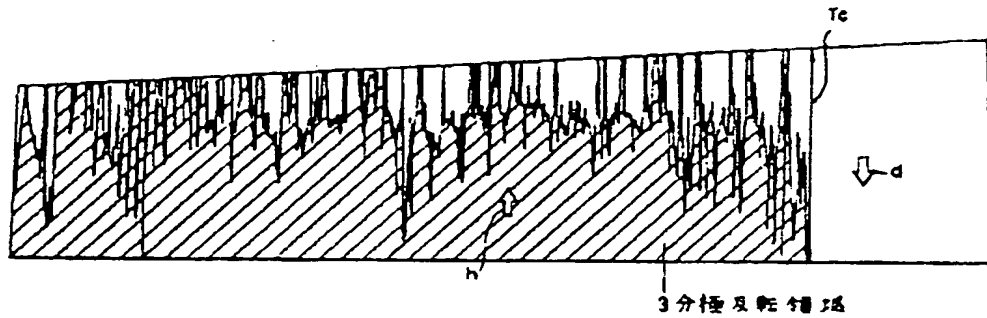
本発明分極反転制御方法の他の例を示す斜視図

【図12】



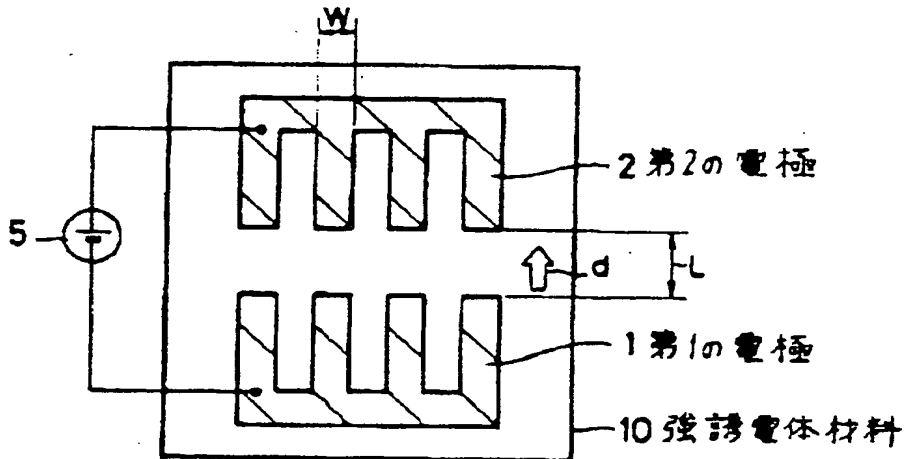
分極反転制御方法の一例を示す斜視図

【図13】



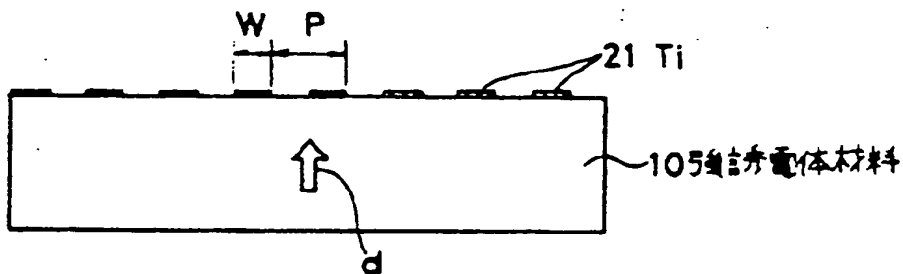
強誘電体材料の分極反転を示す顕微鏡写真に基づくパターン図

【図14】



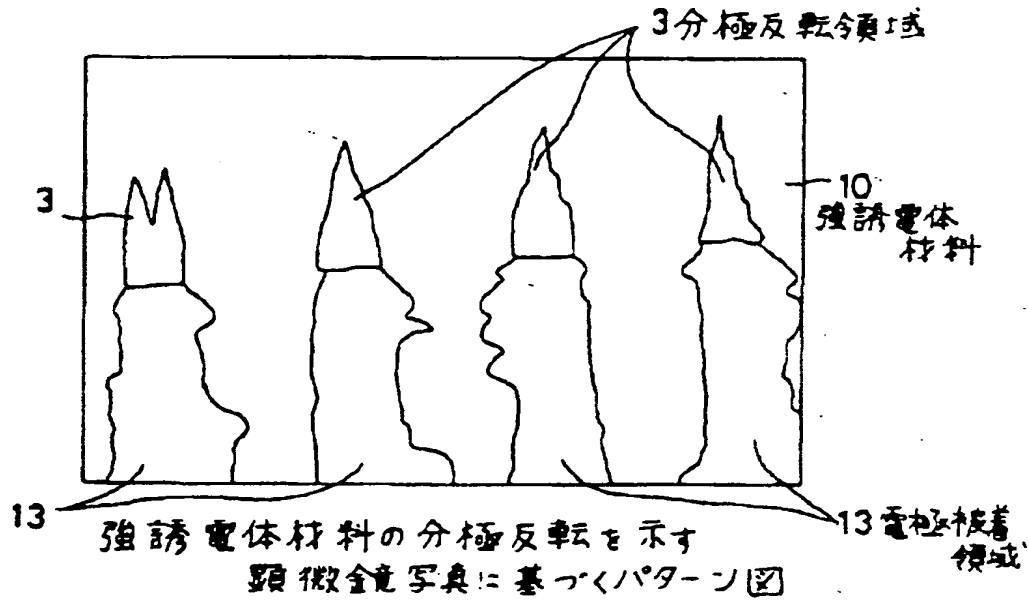
比較分極反転制御方法を示す上面図

【図16】

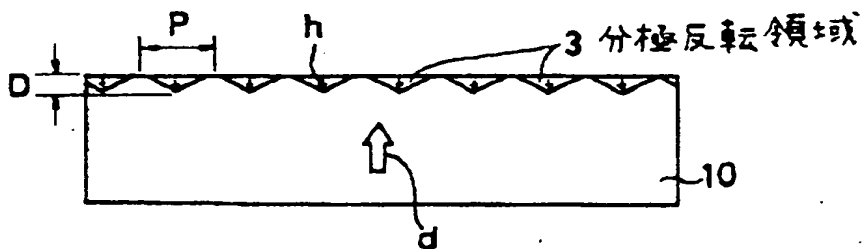


Ti 拡散分極反転制御方法の工程図

【図15】

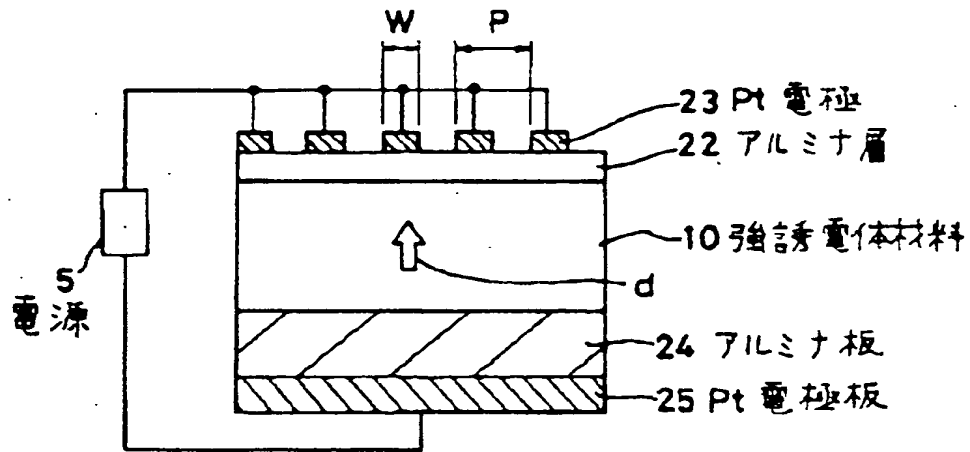


【図17】



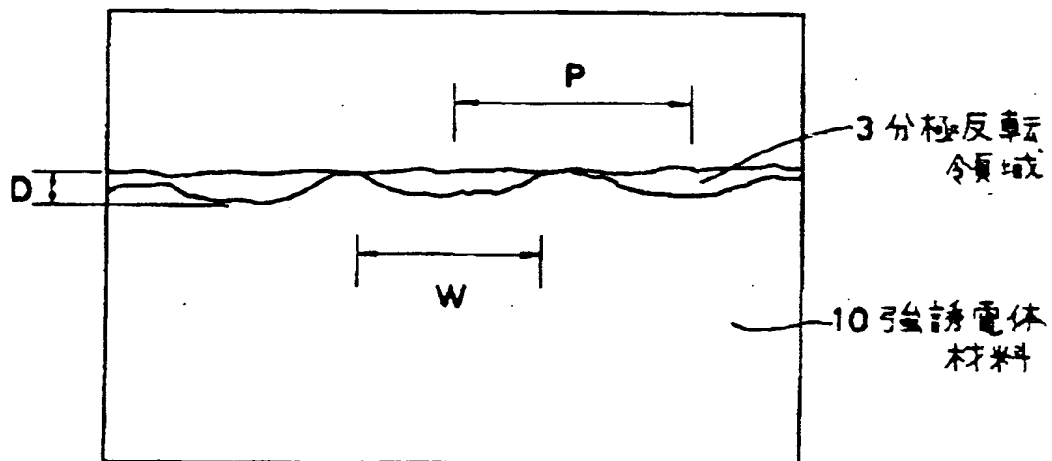
Ti 拡散法による分極反転領域の断面図

【図18】



従前の分極反転制御方法の一例を示す断面図

【図19】



従前の分極反転制御方法による
分極反転領域の顕微鏡写真
に基づくパターン図

フロントページの続き

(72) 発明者 木島 公一朗
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内